

**Поволжская открытая олимпиада школьников «Будущее медицины» 2016 год**

**Задания 1 этапа     10 класс**

**1X.** Безводный этанол массой 27,8 г, содержащий в качестве примеси 0,5% фосфорного ангидрида, сожгли в сосуде в избытке кислорода. Смесь охладил. Газ пропустили через 3,5 л баритовой воды с молярной концентрацией 0,23 моль/л. Раствор, образовавшийся в сосуде, смешали с равным по массе 0,5%-ным раствором едкого кали. Определите массовые доли веществ в полученных растворах. **(20 баллов)**

<b>Решение</b>	<b>Баллы</b>
$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ $m(C_2H_5OH) = 27,8 \cdot 99,5/100 = 27,66 \text{ г}$ $n = 0,6 \text{ моль}$ $m(P_2O_5) = 27,8 \cdot 0,5/100 = 0,139 \text{ г}$ $n = 0,001 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 1,2 \text{ моль}$ $n(H_2O) = 1,8 \text{ моль}$ $m(H_2O) = 32,4 \text{ г}$ $n(Ba(OH)_2) = 0,23 \cdot 0,35 = 0,805 \text{ моль}$ . Углекислый газ в избытке, следовательно образуется кислая соль: $2CO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow Ba(HCO_3)_2 + H_2O$ $n(Ba(HCO_3)_2) = 0,6 \text{ моль}$ $n(Ba(OH)_2)_{\text{прореаг.}} = 0,6 \text{ моль}$ $n(Ba(OH)_2)_{\text{изб.}} = 0,205 \text{ моль}$ Избыток основания реагирует с кислой солью: $Ba(HCO_3)_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow 2BaCO_3 + 2H_2O$	5
$n(Ba(HCO_3)_2)_{\text{прореаг.}} = 0,205 \text{ моль}$ $n(Ba(HCO_3)_2)_{\text{конеч.}} = 0,6 - 0,205 = 0,395 \text{ моль}$ $m(Ba(HCO_3)_2) = 0,395 \cdot 259 = 102,3 \text{ г}$ $n(BaCO_3) = 0,205 \cdot 2 = 0,41 \text{ моль}$ $m(BaCO_3) = 0,41 \cdot 197 = 80,77 \text{ г}$ $m_{\text{ра-ра}} = 3500 + 1,2 \cdot 44 - 80,77 = 3472 \text{ г}$ $w(Ba(HCO_3)_2) = 102,3/3472 = 0,03 \text{ (3\%)}$	5
$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ $m_{\text{ра-ра}} = 32,4 + 0,1375 = 32,54 \text{ г}$ $n(H_3PO_4) = 0,002 \text{ моль}$ $m_{\text{ра-ра}}(KOH) = 32,54 \text{ г}$ $m(KOH) = 32,54 \cdot 0,5/100 = 0,1627 \text{ г}$ $n(KOH) = 0,003 \text{ моль}$ . Соотношение молей кислоты и щелочи равно 2 : 3. Этому отвечает уравнение: $2H_3PO_4 + 3KOH \rightarrow KH_2PO_4 + K_2HPO_4 + 3H_2O$ $n(KH_2PO_4) = n(K_2HPO_4) = 0,001 \text{ моль}$ $m(KH_2PO_4) = 0,001 \cdot 136 = 0,136 \text{ г}$ $m(K_2HPO_4) = 0,001 \cdot 174 = 0,174 \text{ г}$ $m_{\text{ра-ра}} = 32,54 + 32,54 = 65 \text{ г}$ $w(KH_2PO_4) = 0,136/65 = 0,002 \text{ (0,2\%)}$ $w(K_2HPO_4) = 0,174/65 = 0,0028 \text{ (0,28\%)}$	5

**2X.** При сжигании 18 мл смеси углеводородов, содержащих в молекуле одинаковое число атомов углерода, образуются 36 мл углекислого газа и 0,0362 г воды. При пропускании исходной смеси углеводородов через раствор гидроксида диаминосеребра (I) осадок не образуется.

- 1) Составьте уравнения горения углеводородов.
  - 2) Установите формулы углеводородов.
  - 3) Вычислите состав смеси углеводородов в объемных и массовых процентах.
- (10 баллов)**

Решение	Баллы
$C_nH_{2m} + 0,5(2n+m)O_2 \rightarrow nCO_2 + mH_2O$	1
Так как число атомов углерода в углеводородах равно, то это число равно отношению объема $CO_2$ к объему смеси: $n=36/18=2$ Этому условию отвечают три углеводорода: $C_2H_6$ , $C_2H_4$ , $C_2H_2$ . Исходя из условия задачи, ацетилен исключается.	1
Пусть $V(C_2H_6)=x$ мл, а $V(C_2H_4)=y$ мл, тогда $x+y=18$ (1)	1
Уравнения сгорания углеводородов: $C_2H_6 + 3,5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$	1
$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$	1
Масса воды: $m(H_2O)=18(3x+2y)/22400=0,0362g$ (2)	1
Решение системы уравнений (1) и (2) дает: $x=y=9$ (мл)	1
Объемные доли газов составляют: $\varphi(C_2H_6) = \varphi(C_2H_4) = 9/18 = 0,5$ (50%)	1
Массы газов: $m(C_2H_6) = 0,5 \cdot 30/22,4 = 0,67(g)$ $m(C_2H_4) = 0,5 \cdot 28/22,4 = 0,625(g)$ . Масса смеси равна 1,295 г.	1
$w(C_2H_6) = 51,74\%$ $w(C_2H_4) = 48,26\%$	1

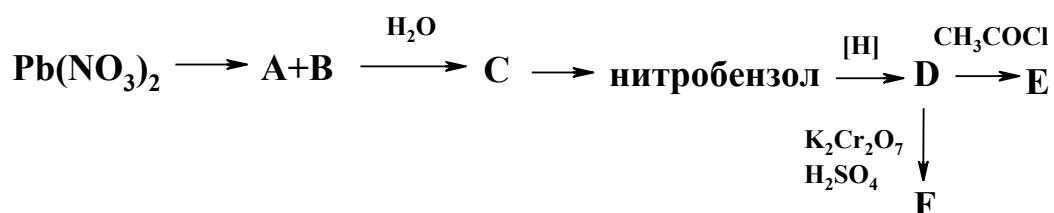
**3X.** Образец оксида **A** неизвестного элемента обработан цинком в кислотной среде (уравнение 1). При этом выделился газ **Б**, который может гореть на воздухе (уравнение 2). При пропускании газа **Б** через кварцевую трубку в холодной зоне образуется черное «зеркало» **В** (уравнение 3). Если смочить **В** раствором гипохлорита натрия, то оно исчезнет (уравнение 4). Если пропускать газ **Б** через раствор нитрата серебра (I), то осаждается металл **Г** (уравнение 5).

- 1) Установите формулу вещества **A**.
  - 2) Составьте уравнения 1-5.
  - 3) Установите формулы веществ **Б-Г**.
- (15 баллов)**

Решение	Баллы
1) $As_2O_5 + 8 Zn + 16HCl \rightarrow 8ZnCl_2 + 2 AsH_3 + 5H_2O$	2
2) $2AsH_3 + 3O_2 \rightarrow As_2O_3 + 3H_2O$	2
3) $2AsH_3 \rightarrow 2As + 3H_2$	1
4) $2As + 5 NaClO + 3 H_2O \rightarrow 5NaCl + 2H_3AsO_4$	2
5) $8AgNO_3 + AsH_3 + 4 H_2O \rightarrow 8Ag + H_3AsO_4 + 8HNO_3$ A- $As_2O_5$	2

Б - AsH <sub>3</sub> (арсин)	3
В- As	1
Г- Ag	1
(возможны варианты уравнений)	1

**4X.** Составьте уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений. Назовите продукты; где необходимо, укажите условия реакций.



**(5 баллов)**

Решение	Баллы
(A+B) $2\text{Pb(NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{PbO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	0,5
(C) $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$	0,5
$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (при кислотном катализе)	0,5
(D) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{Zn} + 6\text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
(E) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{COCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NHCOCH}_3 + \text{HCl}$	0,5
(F) $6\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 19\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 4\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 16\text{H}_2\text{O}$	1
	2

**5Б.** Режим цветения у растений разных видов неодинаков: у одних – за несколько дней в году отцветают сразу все особи в популяции; у других – короткие периоды цветения разных особей сильно разнесены во времени; у третьих – растение за год может цвести в течение нескольких коротких периодов; у четвертых – имеется продолжительный период, во время которого на растении постоянно формируются новые цветки. Каковы, по вашему мнению, преимущества и недостатки каждой из этих стратегий? Какие морфологические и экологические особенности растений делают предпочтительной ту или иную стратегию цветения? **(15 баллов)**

*Ответ:*

1. К растениям первой группы в умеренной зоне относятся первоцветы-эфемероиды, а в засушливой зоне – эфемероиды и эфемеры. «Плотный» график размножения, часто приуроченный к началу вегетации, позволяет им максимально эффективно использовать периоды, когда низка конкуренция за свет или влагу (ранней весной или осенью). Морфологические особенности этих растений заключаются в том, что их генеративные структуры закладываются заранее – задолго до периода размножения. **(3 балла)**

2. У растений второй группы генеративные и вегетативные структуры формируются одновременно (цветки закладываются в пазухах листьев), но активизируются они по-разному. Количество и мощность генеративных структур, функционирующих при наступлении сезона размножения, определяются скоростью развития у данного растения вегетативных органов. Именно такие растения способны в растительных сообществах образовывать локальные скопления. Часто они формируют определенный ярус (таволги, лютики). Находясь в составе локального скопления, каждое растение может ограничиться образованием незначительного количества мелких цветков, т.к. при наступлении сезона цветения привлечение насекомых осуществляет все скопление растений. Данная стратегия цветения наиболее распространена в средней полосе. **(2 балла)**

3. Растения засушливых мест очень долго набирают необходимую вегетативную массу, после чего цветут и погибают. Для подобных растений характерны крупные листья и сравнительно низкий уровень жизнедеятельности. **(1 балл)**

4. У растений, обитающих в бессезонном климате меристема функционирует постоянно и в течение года образует несколько закладок. При дифференцировке неспециализированных клеток происходит «подсчет» листьев: например, после каждых пяти листьев меристема дает соцветие. Скорость развития зависит от условий питания растения. Поэтому каждая особь имеет индивидуальный график цветения. У растений этой группы обычно крупные цветки и крупные листья. Они не образуют больших зарослей и не формируют сомкнутых сообществ. Функцию привлечения опылителей берут на себя отдельные цветки. Эта стратегия широко распространена среди лилейных. **(3 балла)**

5. У однолетников все побеги стремятся отцвести за вегетативный сезон, а централизованная регуляция их развития отсутствует. У многолетников, придерживающихся той же стратегии цветения, имеется специализация почек. Мощные почки остаются на зимовку (и формируют цветки лишь на следующий год), а более слабые включаются в процесс цветения по мере накопления питательных веществ. Таким образом, наблюдаемая картина цветения является суммой, которую формируют соцветия из перезимовавших почек (они довольно «кучно» отцветают весной) и слабых почек (цветение на протяжении большей части благоприятного сезона). **(3 балла)**

6. Формирование многоосного соцветия (например, у незабудок). При этом из-за строгой иерархии в структуре проводящей системы соцветия каждая последующая ось может начать формировать цветки только после отцветания предыдущей. **(3 балла)**

**6Б.** Перечислите, какие функции выполняют вещества, выделяемые наружу поверхностными покровами разных животных. Какие из указанных вами функций поверхностных выделений можно встретить у представителей типа: а) кольчатые черви; б) членистоногие; в) хордовые? **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. У многих животных выделяемые наружу вещества, застывая, образуют прочный защитный покров – кутикулу. Основные функции кутикулы:

- защита от механических повреждений (при передвижении, а иногда – и при нападении хищника);
- защита от высыхания (этой цели служит восковой слой – эпикутикула);
- защита от опасных для организма химических веществ;
- место прикрепления мышц (так называемый наружный скелет).

Тоненькая кутикула встречается у кольчатых червей. Именно она придает радужную окраску дождевому червю. Она способна предохранять только от механических повреждений.

В типе Хордовые кутикула имеется у ланцетника; по составу она напоминает слизь и тоже защищает от механических повреждений. Во многом аналогична кутикуле слизь, которую выделяют круглоротые и амфибии.

У членистоногих кутикула наиболее развита и может выполнять все перечисленные функции. **(1 балл)**

2. Слизь и входящие в ее состав вещества. Функции слизи:

- задерживает испарение и предохраняет от высыхания;
- служит смазкой (уменьшает трение) при движении в грунте, по субстрату или в толще воды;
- содержит бактерицидные вещества (например, у амфибий);
- содержит ядовитые вещества, защищающие от нападения хищников;
- съедобные частицы могут прилипать к поверхности тела и с током слизи доставляться в пищеварительный тракт;
- слизь может использоваться при построении различных ловчих сеточек;

**(1 балл)**

3. Паутина. Паутинные железы есть не только у пауков, но еще и у лжескорпионов, гусениц ряда бабочек, личинок ручейников и других членистоногих. Паутина используется для:

- строительства убежищ, жилищ;
- строительства коконов для яиц;
- ловли добычи;
- перемещения с помощью парящих паутинных нитей. **(1 балл)**

4. Вещества сигнального значения:

- феромоны – средства внутривидовой коммуникации (например, половые феромоны);
- алломоны – воздействуют на особей другого вида и нередко подавляют их рост;
- «вещества тревоги» - сигналы об опасной ситуации, обычно универсальные для многих видов;
- кайромоны – выделения хищников, которые воздействуют на их жертвы, часто вызывая морфологические изменения (например, отрастание шипов у дафний и коловраток).

У насекомых описаны сигнальные вещества всех перечисленных групп. У хордовых широко известны «вещества тревоги» рыб, доказано существование

феромонов и кайромонов. Имеются сведения о феромонах у кольчатых червей. **(1 балл)**

5. Пахучие вещества:

- для мечения территории (наиболее характерны для позвоночных и, по-видимому, имеются у насекомых);
- для мечения пути к дому (преимущественно – насекомые);
- для отпугивания врагов неприятным запахом (скунс, клопы и др.);
- для идентификации определенных индивидуумов (членов семьи у общественных насекомых, постоянных обитателей данной территории у млекопитающих). **(1 балл)**

6. Регуляторы развития других особей данного вида у общественных насекомых. **(1 балл)**

7. Выделение воды наружными покровами и ее испарение способствует охлаждению. В первую очередь это относится к млекопитающим по причине их теплокровности. Испарение влаги с поверхности тела амфибий приводит к тому, что температура поверхности кожи у них ниже температуры окружающей среды. Сумчатые для терморегуляции используют слюну. **(1 балл)**

8. Различные жировые секреты (сальные железы у млекопитающих, копчиковая железа у птиц). Функции:

- смазка покровов;
- усиление водоотталкивающих свойств;
- поддержание эластичности кожи. **(1 балл)**

9. Слезы обеспечивают защиту роговицы от пересыхания, удаляют с ее поверхности пылинки, а также обладают бактерицидными свойствами (лизоцим). **(1 балл)**

10. Газообмен через кожу. Наиболее характерный пример – выделение углекислого газа амфибиями. **(1 балл)**

**7Б.** Двенадцатиперстная кишка может, исходя из состояния собственного содержимого, посылать сигналы, управляющие работой пищеварительной системы. Какие сигналы и к каким органам она посылает. Какие рецепторы используются при анализе пищи, попавшей в двенадцатиперстную кишку? **(15 баллов)**

*Ответ:*

Двенадцатиперстная кишка (для краткости - ДПК) – важнейший отдел желудочно-кишечного тракта. Она выполняет обязанности стрелочника (или диспетчера) – командует, какому органу, когда и как включиться в пищеварение. Ей приходится анализировать много разной информации. Она должна:

1. Контролировать количество пищи, поступающей из желудка. Пищи должно поступать столько, сколько необходимо для наилучшей обработки желчью и соками поджелудочной железы. При этом химус не должен чрезмерно закислять содержимое ДПК, чтобы ее слизистая оболочка не повреждалась. **(2 балла)**

2. Изучив поступающие порции химуса, дать указания пилорическому отделу желудка, до какого состояния желателно перемешивать пищу.

**(2 балла)**

3. В зависимости от состава пищи сообщить клеткам желудка о необходимости повысить или снизить кислотность желудочного сока.

**(2 балла)**

4. Оценив содержание в пище различных веществ, дать распоряжения печени, желчному пузырю и поджелудочной железе, сколько требуется желчи и какого состава, какие нужны пищеварительные ферменты. **(2 балла)**

5. Задавать ритм перистальтических сокращений тонкой кишки в зависимости от состава пищи. **(1 балл)**

В анализе пищи, находящейся в ДПК, участвуют два типа рецепторов. Они влияют на активность других органов пищеварения.

1. Хеморецепторы реагируют на содержание в химусе определенных веществ – исходно присутствовавших в пище и/или образовавшихся при ее переваривании. Известно, что кислоты и жиры, а также гипертонические растворы, попав в ДПК, снижают желудочную секрецию, а продукты расщепления белков (аминокислоты, пептиды) и жиров (жирные кислоты) – стимулируют ее. При избыточном поступлении кислого химуса, снижающим рН до 4,5 и ниже, желудочная секреция усиливается. **(3 балла)**

2. Рецепторы растяжения. Они оценивают количество поступившего химуса. При растяжении стенок ДПК желудочная секреция усиливается.

**(3 балла)**

**8Б.** Физиологи описали много оптических иллюзий – ситуаций, когда человеческое зрение воспринимает предметы неправильно: более светлый из двух рассматриваемых предметов кажется более темным, более длинный – более коротким и т.п. Перечислите причины, приводящие к возникновению разных оптических иллюзий. **(10 баллов)**

*Ответ:*

1. Зрительные иллюзии связаны с особенностями строения глаза.

Отрезки и фигуры, которые проецируются на центральную часть сетчатки, воспринимаются как более крупные по сравнению с предметами, которые проецируются на ее периферическую часть. Это связано с тем, что в центральной части глаза гораздо выше плотность фоторецепторов. **(2 балла)**

2. Вертикальные отрезки кажутся больше горизонтальных отрезков такой же длины. Это объясняется анизотропией сетчатки (неодинаковой вытянутостью рецепторных клеток в вертикальном и в горизонтальном направлениях). **(2 балла)**

3. Иллюзии обусловлены рассеянием света на оптических средах глаза. Белый квадрат на черном фоне кажется больше, чем равный ему по величине черный квадрат на белом фоне. Это объясняется тем, что рассеянный свет от белого фона попадает на края черного квадрата и засвечивает их, уменьшая воспринимаемую глазом величину квадрата. **(2 балла)**

4. Некоторые иллюзии объясняются характером движения глаз – поскольку, оценивая размеры предмета, нервная система учитывает степень смещения глаз при его рассматривании. **(2 балла)**

5. Иллюзия контраста. **(1 балл)**

6. Иллюзия перспективы. **(1 балл)**